

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.10.021

## 基于 PROFIBUS-DP 的纺织厂温湿度监控系统

高玉萍

(阿克苏职业技术学院 机电系, 新疆 阿克苏 843000)

**摘要:** 针对纺织厂空调系统主要采用人工控制的现状, 提出一种基于 PROFIBUS-DP 的温湿度监控系统。以新疆阿克苏巨鹰纺织厂为例, 给出了系统总体控制方案, 将该系统划分为现场设备层、设备控制层和管理监控层三级结构, 并详细阐述了系统的软、硬件设计。试验结果表明, 该系统不仅可提高系统稳定性和运行效率, 也实现了整个温湿度控制过程的实时监控和管理。

**关键词:** PROFIBUS-DP; 现场总线; 温湿度调节; 监控系统

**中图分类号:** TP273 **文献标识码:** A

## Design of a Temperature and Humidity Monitoring System for Cotton Mills Based on PROFIBUS-DP

Gao Yuping

(Dept. of Machine & electricity, Aksu Vocation Technology College, Aksu 843000, China)

**Abstract:** Air-conditioning system is mainly used for textile manual control of the situation, a new temperature and humidity control system based on PROFIBUS-DP is proposed. Taking Xinjiang Aksu Juying textile mill as example, give the overall system control program, the system is divided into Field equipment, equipment control layer and management control structure layer, and explains the detail of the system software and hardware design. The results show that the system can not only improve the system stability and efficiency, but also temperature and humidity control to achieve the whole process of real-time monitoring and management.

**Keywords:** PROFIBUS-DP; field bus; temperature and humidity regulation; monitoring system

### 0 引言

随着现代纺织工业的发展, 纺织工艺对加工环境的要求也越来越高。在不同的温湿度条件下, 棉纤维的物理特性和机械特性(如回潮率、强力, 伸长度、柔软性、及导电性等)都将产生不同程度的变化, 棉纺工艺从清棉、梳棉、并条、细纱到络筒, 各道工序对车间温湿度都有不同的要求。因此, 纺织厂车间环境的温湿度将直接影响到产品的质量。

新疆阿克苏巨鹰棉纺织厂建于 1994 年, 1996 年正式投产。共有普梳棉生产线(老厂房)和精梳棉生产线(新厂房)2 条生产线, 共有 28 套空调机组, 新老厂房相距 150 m。精梳棉生产线的细纱车间和络筒车间还分别配有高压喷雾加湿器(内置 PLC)用以调节湿度。28 套空调机组均安装在设备间, 送风管道从空调机组顶部接到各车间顶部, 再通过天花板上的送风口将处理过的空气直接送到车间, 室内回风通过贯穿厂房下部的回风管道返回空调机组。纺织厂多数车间的温湿度控制仍采用上送下吸的水冷式空调系统, 设备技术水平较低, 尺寸庞大, 能耗高, 对温湿度的测控手段落后, 绝大多

数仍在用抄表、查表的方式对变频器进行手动控制, 已不能满足现代纺织业对加工环境的要求, 必须对纺织厂空调系统进行综合改造。

PROFIBUS 最早由 SIEMENS 公司开发, 是一种国际化的、开放的、不依赖于设备生产厂商的现场总线协议, 包括 PROFIBUS-DP、PROFIBUS-PA 和 PROFIBUS-FMS 3 个兼容部分。其中, PROFIBUS-DP (Decentralized Periphery) 是一种高速低成本通讯, 适用于工厂自动化和楼宇自动化的设备级控制系统与分散式 I/O 高速数据通信协议, 数据传输速率最高可达 12 Mbit/s, 每个数据报文传输的数据容量最多可达 244 字节。由于纺织工艺线路长、现场控制点分布范围广, 且现场环境恶劣, 考虑到 PROFIBUS-DP 总线不仅可挂分散 I/O、智能电气设备, 而且能挂从站型的 PLC, 同时接线简单、故障诊断迅速, 互换性强、可靠性高, 给系统的配置带来了更大的灵活性, 故基于 PROFIBUS-DP 现场总线, 对纺织厂温湿度监控系统进行设计。

收稿日期: 2010-04-18; 修回日期: 2010-06-09

作者简介: 高玉萍(1966-), 女, 河南人, 讲师, 工程硕士, 从事机电一体化及控制工程研究。

## 1 系统功能

1) 控制操作: 在中心控制室能对被控设备进行在线实时控制, 如启停某一开关, 调节某些模拟输出量的大小, 在线设置 PLC 的某些参数等。

2) 显示功能: 用模拟仪表、趋势图、曲线、柱状图动态显示各现场被控设备的运行工况, 以及各现场的状态参数, 使生产管理人员能快速、清晰地了解整个系统的生产运行情况。

3) 数据管理: 依据不同运行参数的变化快慢和重要程度, 建立历史数据库, 存储原始数据, 供统计分析使用。利用实时数据库和历史数据库中的数据进行比较和分析, 得出一些有用的经验参数, 以优化车间的准闭环控制, 并把一些必要的参数和结果显示到实时画面和报表中。

4) 报警功能: 当某一模拟量 (如电流、温度、湿度、压力等) 测量值超过给定范围或某一开关量 (如电机启停、开关) 发生变化时, 可根据不同的需要发出不同等级的报警。

5) 打印功能: 可实现报表和图形打印以及各种事件和报警实时打印。打印方式可分为: 定时打印、事件触发打印。

6) 通讯功能: MCGS 是基于标准的 Windows 平台开发的组态系统软件, 充分考虑了与其它系统交换信息的必要性, 支持多种标准。可提供多种方式与上层系统数据交换。

## 2 系统总体控制方案

### 2.1 设计思想

控制室设在普梳棉生产线设备间, 每个车间分别有 3 个温湿度信号采集点。将传感器均匀分布, 通过 24~48 个感应器采集温、湿度数据, 并输入控制系统与设定的温、湿度范围值进行比较, 根据比较结果发出调控指令, 驱动变频电机, 实现大功率风机 (水泵) 变速, 并改变车间送、排风 (水) 量, 实现温、湿度值的调控。同时, 可完成数据采集、处理、显示、报警、打印及监控等功能。

### 2.2 系统组成及主要功能

控制系统按功能可划分为 3 级网络结构: 现场设备层、设备控制层和管理监控层, 如图 1。

#### 1) 现场设备层

PROFIBUS-DP 网络是网络集成的最底层, 主要是连接现场设备, 如分散式 I/O、传感器、变频器、各种开关、电磁阀等。主站 (PLC、PC 机等)

负责总线通信管理及所有从站通信。系统选用 S7-315-2DP PLC 处理器作为主站, 符合 EN51070 标准, 提供的通信功能包括 MPI、DP; 使用 S7-200 PLC 连接到 PROFIBUS-DP 网上作为从站, 一方面主站将控制数据 (如电机速度设定、传感器温湿度、压力设定、接触器吸合及断开等) 发送到传动装置; 另一方面将传动装置的数据 (如电机转速、传感器温湿度、压力、接触器触点的通断等) 传送到主站 PLC 指定的寄存器地址; ET200B 远程 I/O 从站主要用于精梳棉生产线上送回风机、断头吸棉和空压机的数据通信。

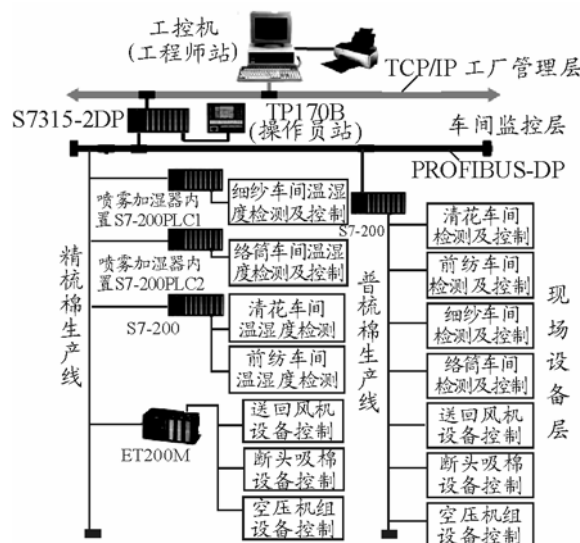


图 1 基于 Profibus-DP 总线的温湿度控制系统网络结构

#### 2) 车间监控层

车间监控层是现场与工厂管理层之间的数据接口, 由 PLC、触摸屏 (操作员站) 加以太网卡组成工业以太网。现场设备层将来自各车间的数据传送到控制室, 由 PLC 进行控制、计算并实现与上位机的通信; 触摸屏采用西门子 TP170B, 通过 DP 接口和 S7-315 相连, 由操作员根据各自的权限监控系统的启停、时间和参数的设定。

#### 3) 工厂管理层

工厂管理层由一台工控机 (工程师站) 和一台打印机组成, 负责实时监视系统状态, 并根据需要控制现场设备动作、统计系统运行信息、调整系统功能等。工厂管理层采用通用的 TCP/IP 协议, 上级领导可直接访问服务器来了解现场的生产动态。

### 2.3 系统硬件设计

整个系统由上位机、PROFIBUS-DP 主站、PROFIBUS-DP 从站及其现场设备组成, 采用分布式 I/O 作为总线接口与现场设备连接。由于 2 条生产线

距离较远 (200 m), 故在精梳棉生产线安装了 1 个远程 I/O。PROFIBUS-DP 总线共有 6 个站, 分别是 1 个 Master (主站), BUS 终端器设定为 ON, 5 个 Slave (从站), BUS 终端器设定为 OFF。主站选用 SIEMENS 的 CPU315-2DP 模块化型 PLC, 站号为 2, 其带有 1 个 DP 通讯口和 1 个 MPI 口、IM308-C 接口模板, 实现 2 条生产线的总线通信与管理, 完成周期性数据访问; 5 个从站分别为普梳棉生产线上的 1 台 S7-200PLC, 站号设为 3; 精梳棉生产线上的 2 个加湿器内置 S7-200 PLC (CPU224), 1 台青花、前纺车间用 S7-200PLC 和 1 个远程 I/O (ET200M) BUS 终端器设定为 ON, 用于现场数据的采集和控制, 站号分别设为 4、5、6、7。

主站与 S7-200PLC 从站之间的 PROFIBUS-DP 通信是通过 EM277 通信模块将 CPU224 作为 DP 从站来实现的。上位机选用研华工控机, 内置专用的通信网卡 CP5611, 通过 MPI 口与 PLC 相连。作为人机操作站, 工控机装有西门子的编程软件 STEP7 V5.1 和 MCGS 监控软件。利用 STEP7 V5.1 编程软件首先对系统进行相应网络配置, 如通信端口的设置, 站地址和数据传输速率的设定等; 然后通过 MPI 端口对主站 S7-300 进行硬件组态, 由电源模块 PS307、CPU315-2DP、模拟量输出模块 SM332、数字量输入模块 SM321 和数字量输出模块 SM322 组成。上位机选用 MCGS 软件进行各种画面的组态, 实现数据浏览、参数设定、手/自动操作、故障报警、历史数据记录等操作, 监控制冷控制系统的有关参量, 并具有完备的报表管理功能。

### 2.3.1 人机界面系统

为方便现场操作员实时、灵活、准确、安全地进行控制, 在控制柜上设置了 1 台西门子 TP170B 触摸屏作为现场操作面板, 通过 DP 接口和 S7-315 相连。不同级别的操作员被授予不同的操作密码和权限, 控制系统的启停、时间和参数的设定。该触摸屏使用方便、能灵活实现控制命令的输入及状态的监视, 且在安装时不占用空间, 其坚固的防护结构和专业设计能经受现场恶劣环境的考验。

### 2.3.2 PLC 系统

PLC 作为 PROFIBUS-DP 网络主站, 在系统中处于核心控制地位, 肩负着大量的数据通讯和数据处理以及工艺动作流程的控制, 如通过网络将控制命令和速度给定值传给各变频器, 将各变频器的启停状态、运行频率、电压、电流、报警信息等采集

回来进行处理。故选定西门子 S7315-2DP, 它内置 MPI 和 DP 通讯口, MPI 口和其它带有 RS485 通讯口的设备可构成 MPI 网, 通过西门子 PC-Adapter 适配器可与其它设备的 RS232 口通讯; 而 DP 口可直接上 PROFIBUS 网, 作为网络的主站或从站。

PLC 系统的输入信号包括变频器故障信号、各个车间的温度及湿度信号、自动控制启动开关信号、手动启动开关信号、电机故障信号等, 输出包括控制变频器的启停和工作频率、自动控制启动开关指示灯、手动启动开关指示灯、温度异常报警输出。

### 2.3.3 变频器

变频器作为 PROFIBUS 网络从站, 实时响应主站发出的各种命令, 直接控制现场设备 (风机、水泵), 同时实时检测和返回电机运行状态。由于丹麦 DANFOSS VLT5000 系列变频器具有完善的电磁兼容性、支持多种现场总线功能、响应速度快, 达 2 ms、优良的低频特性、保护功能齐全等特点, 故采用丹麦 DANFOSS VLT5000 系列变频器。

### 2.3.4 远程 I/O ET200M

由于大量 I/O 设备分布在现场, 距离主站较远, 因此, 在变频器较为集中的地方采用就地安装远程 I/O ET200M, 现场 I/O 设备就近进入 ET200M I/O 模块, 然后通过现场总线方式与主站连接的方式。ET200M 充分利用 SIMATIC S7-300 信号模块系列的优点, 包括最佳的性能/价格比和快速的响应时间。每一个 ET200 从站可以挂接最大至 32 个的数字量或模拟量输入输出卡 (如 DI、DO、AI、AO 等), 并通过对 ET200 从站接口卡 IM318 进行地址 DIP 设置后, 即可确认该挂接的 I/O 卡的地址值。

### 2.3.5 通讯系统

现场的智能控制设备 DANFOSS 变频器通过 PROFIBUS 网卡连接现场总网, 西门子 PLC 的远程 I/O ET200M 可通过自身的 PROFIBUS-DP 口直接上网通讯。而人机界面西门子 TP170B 触摸屏则通过 SIEMENS PC-Adapter (RS485/232 适配器) 连接到西门子 MPI 接口。该系统中人机界面的 MPI 地址为“1”; CPU 的 MPI 地址为“2”。

## 2.4 系统软件设计

### 2.4.1 上位监控软件

上位机监控软件采用昆仑通态的工控组态软件 MCGS 组态而成, 该软件基于 Microsoft Windows 界面, 具有 VBA 脚本编辑功能, 用户可利用 VBA

脚本编辑功能灵活编程。该软件分为组态环境和运行环境两部分，组态环境具有丰富的图形库和绘图工具，可实现动态显示、报警、趋势、控制策略、控制网络通信等功能，并提供一个友好的用户界面，使用户根据实际生产需要生成相应的应用软件。

监控软件设计了管理员登录功能、授权密码管理功能、系统监控界面、实时报警功能和系统管理功能。

系统运行参数的设定也可以通过远程通信实现，从而降低操作故障，减少劳动力的投入。

### 2.4.2 现场操作面板

现场操作面板监控软件采用 SIEMENS HMI 组态软件 ProTool V5.2 中文组态版设计而成。操作界面是通过自身所带的 MPI/DP 接口与 PLC 交换数据。监控软件能实现口令管理、系统监控、单机监控、系统设定、实时故障报警等功能。

### 2.4.3 PLC 软件

从图 1 可以看出，PLC 控制 2 台 S7-200、2 条生产线上各车间的变频器和 1 台远程 I/O，通过原系统操作面板发出系统启动/停止命令，经 PLC 程序处理，分别向各个变频器和 1 台远程 I/O 传送控制命令；人机界面设定的工艺参数经过 PLC 程序处理，分别给出各变频器的运行频率信号，从而达到控制各车间温湿度的目的。

STEP7 软件采用模块化结构编程，整个系统的控制程序由 OB 组织块、FC 功能块和 DB 数据块构成。组织块 OB 是系统操作程序与用户应用程序在各种条件下的接口界面，用于控制程序的运行。不同的 OB 有不同的功能。系统中的组织块有：OB1、OB82、OB84、OB86、OB87、OB100、OB122。其中，OB1 用作主程序循环，用来设计主循环程序的结构；OB82 是诊断中断程序，诊断接收来自有诊断能力的模块（如：模拟输入模块）；OB84 是 CPU 硬件故障中断，OB86 是机架错误中断，OB87 通信错误中断；OB100 属于启动组织块，用于暖启动；OB122 是访问错误组织块，属于故障处理组织块。OB1 是主程序，主要完成系统初始化、初始参数设定、调用子程序。FC 是自定义子程序块，包括压缩机控制、送回风机控制、各车间温湿度检测、断头吸棉设备控制、故障处理、数据采集与处理等功能块。各功能子程序对相关事件的联系和处理靠主程序 OB1 调用，其程序结构如图 2。

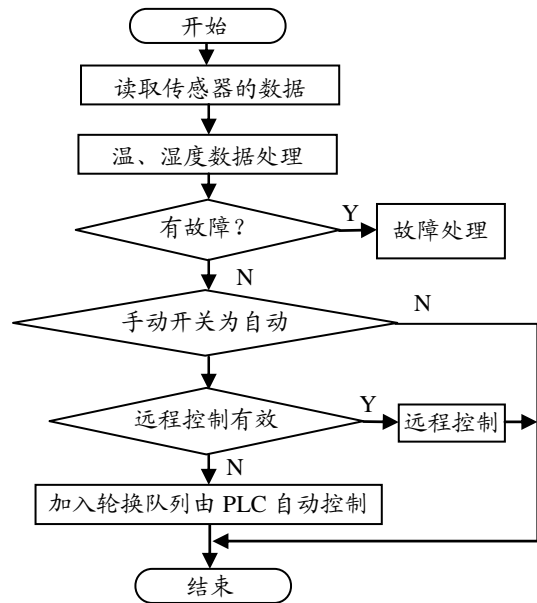


图 2 数据监测程序框图

### 2.4.4 手动控制

系统设有手动操作面板，选择手动控制模式时，可直接启动系统，能通过电位器分别对各变频器进行调速；设有急停按钮，可在意外时让系统紧急停车；故障复位按钮可在变频器故障解除后进行复位。

### 2.4.5 自动控制

在自动控制方式下，系统通过在人机界面“参数设定画面”上设定好工艺参数，按确认键将参数传递到 PLC 数据库，根据各车间相对温度与转速比工艺计算公式，算出各变频器的给定频率；通过按下原系统操作面板上的启动按钮发出启动命令，PLC 一旦检测到外部启动信号，将运行命令和计算好的给定频率值打包好，利用通讯网络传送给各变频器和远程 I/O，就完成了对各车间温湿度和相关设备的控制。同时，PLC 读回各变频器和远程 I/O 的状态和数据，由触摸屏实时显示出来。

## 3 结论

试验结果表明，该系统可靠性高、运行稳定，人机界面好，操作和维修简单，各项性能指标均达到了预期要求，保障了纺织厂的温湿度调节。系统远程监控的实现，有利于设备的运行和管理，提高了工作效率，节约了电能、节省了劳动力。

## 参考文献:

[1] 陈民权, 张宗新, 詹大栋. 纺织厂空调工程[M]. 北京: 中国纺织出版社, 2004.  
 [2] 夏德海. 现场总线技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2003.

[3] 韩兵, 于飞. 现场总线控制系统应用实例[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.  
 [4] 廖常初. S7-300/400PLC 应用技术. 北京: 机械工业出版社, 2007.  
 [5] 潘永平, 王钦若, 张慧. 大型冷库网络控制系统设计[J]. 微计算机信息, 2006, 22(31): 42-44.  
 [6] 李建平, 王晓冲, 谢敬华. 基于 PROFIBUS-DP 总线的

智能铝箔退火炉温度控系统[J]. 仪表技术与传感器, 2007(5): 70-73.  
 [7] 李界家, 马斌, 叶选, 等. 参数自调整模糊控制器在空调控制系统中的应用[J]. 仪表技术与传感器, 2005(10): 15-16.  
 [8] 王平, 赵振玲, 张伟. Profibus 现场总线在粮库监控系统中的应用[J]. 粮油加工, 2007(9): 95-97.

(上接第 65 页)

需注意, 由于背景中颜色虽然仅有 3~6 种大类, 且同一类中像素点的色度值上也不相同。针对这个问题, 笔者采取的方法是, 设置色度参数 (即一个色度的阈值), 以选定的军标色为中心, 在阈值范围内选取背景中适合的像素点, 并将其染色为中心值, 以得到较好的分割效果。

### 3.3 实验结果及分析

笔者在实际需要伪装的一处军事工程的背景中选取了一部分区域, 对其进行分割实验研究, 如图 2。



图 2 选取的典型区域

经分析, 选取 3 种背景中包含较多相近色的军标色为分割后的斑块颜色, 如图 3。



图 3 代表背景的主要 3 种军标色

设所选军标色的色度值为  $H$ , 则三色斑块的色度为  $H=[H_1, H_2, H_3]$ ; 阈值为  $\alpha$ , 则聚类范围为  $[H*\alpha, H/\alpha]$ ,  $\alpha=[\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3]$ , 分割阈值代表了在背景中按色度分割时被纳入的色度范围大小。

背景经过按色度分割会得到 3 种颜色的分割结果, 图 4、图 5、图 6 分别列举出了 3 种分割阈值下的分割结果。



图 4 用军标色 1 分割背景的结果



图 5 用军标色 2 分割背景的结果



图 6 用军标色 3 分割背景的结果

分割阈值的选取应以最后的单色分割效果为依据, 选取背景斑块具有代表性的分割结果, 图 4(a)的结果就比图 4(c)要理想的多。依照上述选择方法, 一一选出不同颜色背景斑块, 作为后续的设计材料。

### 4 结束语

实验结果表明, 该方法能按照预想分割出背景中不同特征色素点所组成的图像斑块, 为后续的迷彩设计打下了良好的基础。

### 参考文献:

[1] 王月兰, 曾迎生. 信息融合技术在彩色图像分割方法中的应用[J]. 计算机学报, 2000, 23(7): 763-767.  
 [2] 章毓晋. 图像处理和分析[M]. 北京: 高等教育出版社, 2008.  
 [3] 孙亚超. 计算机辅助迷彩图案生成[D]. 浙江: 浙江大学计算机学院, 2008.  
 [4] 贺兴华, 周媛媛, 王继阳, 等. MATLAB7.x 图像处理[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2006.  
 [5] 申岳国, 霍晓强, 李晓齐. 工程机械迷彩伪装的设计与优化[J]. 工程机械, 2006(8): 29-33.  
 [6] SAAR M A, BomK A C. Extracting regions of interest from still images: color saliency and wavelet-based approaches[C]//2009 IEEE 13th Digital Signal Processing Workshop and 5th IEEE Signal Processing Education Workshop, New Jersey, USA: Institute of Electrical and Electronics Computer Society, 2009: 540-543.  
 [7] 刘尊洋, 王自荣, 等. 一种基于主色聚类的仿造迷彩设计方法[J]. 激光与红外, 2009(7): 793-796.  
 [8] 李汉斌. 伪装技术[M]. 北京: 解放军出版社, 2001.